

PAT-NO: JP02002034101A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002034101 A

TITLE: CONTROL DEVICE FOR
ELECTRIC CAR

PUBN-DATE: January 31, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SHIMADA, MOTOMI	N/A

KOJIMA, TETSUO	N/A
NAKADA, KIYOSHI	N/A
TOYODA, EIICHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI LTD	N/A

APPL-NO: JP2000214247

APPL-DATE: July 14, 2000

INT-CL (IPC): B60L007/24, B60L003/10

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To perform stable control of an electric brake by making the best of the brake up to a stop, even if the revolutions of a motor decrease sharply by the slip of a wheel shaft that occurs shortly before stop.

SOLUTION: This control device is provided with a stop speed detector 10, that inputs a brake command 'fb' and a reference rotational speed signal F_r and outputs a speed flag 'fv' that is turned on, when the signal F_r is larger than a torque current fall start speed F_{r0} at braking,

while the brake is applied; a speed presuming device 11 that inputs 'fb', Fr, an excited current command Idp and a torque current pattern Iqp and outputs a presumed rotational speed signal Fe in the case of deceleration by the maximum decelerating speed when Fr drops below a set value Frb, while the brake is applied; a comparator 12 that outputs a stop-detection incapable flag 'fd' that is turned on, when Fe is larger than FrO; and an OR circuit 13 that outputs an electric brake permit flag 'fa' from the OR operation of 'fv' and 'fd'. The flag 'fa' is outputted, and no stop detection is performed from the time when Fr becomes lower than Frb, until it drops below FrO.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-34101

(P2002-34101A)

(43) 公開日 平成14年1月31日 (2002.1.31)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

キーワード(参考)

B 6 0 L 7/24

B 6 0 L 7/24

G 5 H 1 1 5

3/10

3/10

C

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-214247(P2000-214247)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(22) 出願日 平成12年7月14日 (2000.7.14)

(72) 発明者 嶋田 基巳

茨城県ひたちなか市市毛1070番地 株式会

社日立製作所水戸事業所内

(72) 発明者 児島 徹郎

茨城県ひたちなか市市毛1070番地 株式会

社日立製作所水戸事業所内

(74) 代理人 100099302

弁理士 笹岡 茂 (外1名)

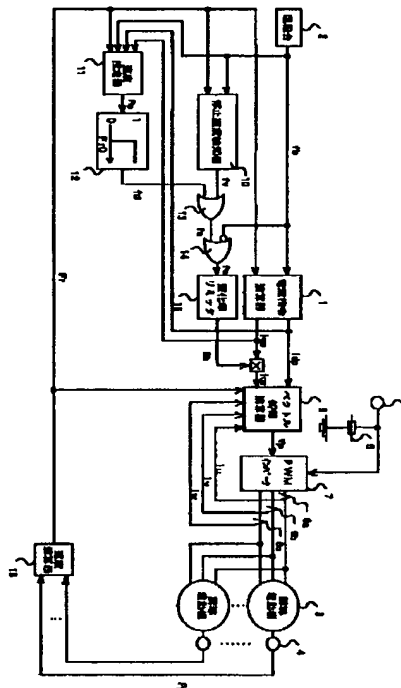
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気車の制御装置

(57) 【要約】

【課題】 停止間際に発生した車輪軸の滑走によりモータ回転数が急減した場合でも、停止まで電気ブレーキを最大限利用し、安定した電気ブレーキ制御を行うことにある。

【解決手段】 ブレーキ指令 f_b と基準回転速度信号 F_r を入力とし、ブレーキ投入中に基準回転速度信号 F_r がブレーキ時のトルク電流立ち下げ開始速度 F_{r0} よりも大きいときに ON する速度フラグ f_v を出力する停止速度検知器 10 と、 f_b と F_r と励磁電流指令 I_{dp} とトルク電流パターン I_{qp} を入力とし、ブレーキ投入中に F_r がある設定値 F_{rb} を下回ったとき、最大減速度で減速した場合の推定回転速度信号 F_e を出力する速度推定器 11 と、 F_e が F_{r0} よりも大きいときに ON する停止検知不可フラグ f_d を出力する比較器 12 と、 f_v と f_d の論理和から電気ブレーキ許可フラグ f_a を出力する論理和回路 13 を設け、 F_r が F_{rb} を下回った時点から F_{r0} を下回るまでは、 f_a が出力され、停止検知を行わない。



【図1】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電動機を駆動する電力変換器と、前記電動機の回転速度を検出する手段と、前記電動機のトルクを制御する制御手段と、電気ブレーキと空気ブレーキを併用してブレーキ制御する手段を備えた電気車の制御装置において、

ブレーキ投入中に前記回転速度がブレーキ時のトルク電流立ち下げ開始速度よりも大きいときに速度信号を出力する停止速度検知手段と、前記回転速度および前記電動機のトルクに基づいてブレーキ投入中に前記回転速度が所定の設定値を下回ったときの最大減速度で減速した場合の推定回転速度を演算する速度推定手段と、前記推定回転速度が前記ブレーキ時のトルク電流立ち下げ開始速度よりも大きいときに停止検知不可信号を出力する比較手段を設け、前記回転速度が前記設定値を下回った時点から前記ブレーキ時のトルク電流立ち下げ開始速度を下回るまでは電気ブレーキを解除しないことを特徴とする電気車の制御装置。

【請求項2】 電動機を駆動する電力変換器と、前記電動機の回転速度を検出する手段と、前記電動機のトルクを制御する制御手段と、電気ブレーキと空気ブレーキを併用してブレーキ制御する手段を備えた電気車の制御装置において、

ブレーキ投入中に前記回転速度がブレーキ時のトルク電流立ち下げ開始速度よりも大きいときに速度信号を出力する停止速度検知手段と、前記回転速度に基づいて車輪軸の滑走を検知する滑走検知手段を設け、前記回転速度がブレーキ時のトルク電流立ち下げ開始速度よりも大きく、かつ、前記滑走検知中は電気ブレーキを解除しないことを特徴とする電気車の制御装置。

【請求項3】 請求項1において、前記回転速度に基づいて車輪軸の滑走を検知する滑走検知手段を設け、前記回転速度がブレーキ時のトルク電流立ち下げ開始速度よりも大きく、かつ、前記滑走検知中は電気ブレーキを解除しないことを特徴とする電気車の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電気車の制御装置に係り、特に、電気ブレーキの停止制御における停止検知の技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、電気車では、電気ブレーキと空気ブレーキを併用したブレーキ制御を行うのが一般的であり、特に速度が所定速度以下から停止までは空気ブレーキのみで制動している。これは、電動機の回転速度検出に1回転当たりのパルス数が少ないパルスジェネレータを用いていることから、停止間際の極低速域では速度零を把握する速度検出精度が得られないのに対し、空気ブレーキでは確実に停止まで制動力を得られるためである。そして、この電気ブレーキから空気ブレーキの切り

換えを両者のブレーキ力の和が一定となるように制御し、停止まで略一定の減速力を維持する。この場合、電動車と付随車によって構成される車両編成では、停止間際は編成内の各車両で空気ブレーキ力を均等に負担することができる。しかし、速度ゼロまで電気ブレーキを最大限活用して停止する制御を行う場合、ブレーキ力は編成内の電動車における電気ブレーキ分の負担率が高くなるため、電動車のブレーキ力が最大粘着力を超過しやすくなり、滑走が発生する可能性がある。特に、停車直前に滑走すると、電動機の回転速度が零となり、停止検知が動作し、電気ブレーキ力が緩解する恐れがある。しかし、実際には停車していないため、車輪軸が再粘着した後は転動したままの状態となる。空転・滑走の頻度を低減する方法として、電車が空転したときの電動機電流及び車速を記憶し、電車の速度に対して記憶した電流を指令値とし、かつ記憶内容を所定の条件で修正することにより、空転・滑走の回数を低減し、乗心地を改善する方法に関して、特開平6-141403号公報「車両制御装置及び電気車制御装置」に記載の技術がある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 特開平6-141403号公報に記載の従来技術では、滑走回数の低減による乗り心地向上には非常に有効である。しかし、最大粘着力に対してある程度余裕をもったブレーキ力での減速となるため、編成内の電動車における電気ブレーキの負担率としては低下（不足分は空気ブレーキが負担）するため、停止まで電気ブレーキを最大限利用するという意味では好ましくない。

【0004】 本発明の課題は、停止間際に発生した車輪軸の滑走によりモータ回転数が急減した場合でも、安定した電気ブレーキ制御を行うことのできる電気車の制御装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、ブレーキ投入中に電動機の回転速度がブレーキ時のトルク電流立ち下げ開始速度よりも大きいときに速度信号を出力する停止速度検知手段と、電動機の回転検出速度および電動機のトルクに基づいてブレーキ投入中に電動機の回転速度が所定の設定値を下回ったときの最大減速度で減速した場合の推定回転速度を演算する速度推定手段と、推定回転速度がブレーキ時のトルク電流立ち下げ開始速度よりも大きいときに停止検知不可信号を出力する比較手段を設け、電動機の回転速度が所定の設定値を下回った時点からブレーキ時のトルク電流立ち下げ開始速度を下回るまでは電気ブレーキを解除しない。また、電動機の回転速度に基づいて車輪軸の滑走を検知する滑走検知手段を設け、電動機の回転速度がブレーキ時のトルク電流立ち下げ開始速度よりも大きく、かつ、滑走検知中は電気ブレーキを解除しない。

【0006】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面を用いて説明する。図1は、本発明による電気車の制御装置の第1の実施形態を示すブロック図である。電流指令演算器1は、運転台2でブレーキ投入中にONするブレーキ指令フラグfbおよび基準回転速度信号Frを入力し、励磁電流指令Idpとトルク電流パターンIqpを生成する。ここで、基準回転速度信号Frは、1台あるいは複数台の誘導電動機3または図示しない1つあるいは複数の車輪軸に連動する回転速度検出器4から得られる回転速度信号Fpを速度演算器7において演算する。ベクトル制御演算器5は、基準回転速度信号Frと励磁電流指令Idpとトルク電流指令Iqa ($Iqa = Iqp \times Sb$ (ブレーキトルク立ち下げ信号))と電流検出器6a、6b、6cから得られる電動機電流検出値iu、iv、iwを入力し、PWMインバータ7の出力電圧指令Vpを生成する。PWMインバータ7は、出力電*

$$Fe = Frb - (\beta + \beta inc) t \quad (1)$$

ここで、Fe (Hz)：推定回転速度信号、Frb (Hz)：速度推定を開始する速度(設定値)、 β (Hz/s)：Frb (Hz)での減速度の記憶値、 βinc (Hz/s)：勾配・走行抵抗等の影響による減速度の補正項、t (s)：Frb (Hz)を下回った時点と零とした経過時間である。すなわち、推定回転速度信号Feは、想定される最大減速度で減速した場合の推定回転速度である。比較器12は、推定回転速度信号Feを入力とし、推定回転速度信号FeがFr0 (Hz)よりも大きいときにONする停止検知不可フラグfdを出力する。論理和回路13は、速度フラグfvと停止検知不可フラグfdの論理和から電気ブレーキ許可フラグfaを出力する。すなわち、基準回転速度信号FrがFrb (Hz)を下回った時点から、最大減速度にて減速した場合に速度がFr0 (Hz)を下回るまでは、電気ブレーキ許可フラグfaが出力され、停止検知は行わない。そのため、停止間際の滑走により基準回転速度信号FrがFrb (Hz)を下回った場合に発生する停止検知動作を抑制することができる。論理和回路14は、ブレーキ指令フラグfbの否定と電気ブレーキ許可フラグfaの論理和により電気ブレーキ動作フラグfwを生成する。すなわち、電気ブレーキ動作フラグfwは、力行・惰行時にはfbがOFFでONし、ブレーキ時にはfbがONで基準回転速度信号Frまたは推定回転速度信号FeがFr0 (Hz)よりも高いときにONし、ブレーキ中にfbがONで基準回転速度信号Frおよび推定回転速度信号FeがFr0 (Hz)以下となったときOFFする(停止検知不可フラグfdおよび速度フラグfv※

$$Fr0 = \beta \times (td / 2 + \Delta t)$$

ここで、 Δt は基準回転速度信号Frの検出おくれであり、例えばノイズ除去のために導入する1次遅れ要素の時定数などを考慮する。電気ブレーキ許可フラグfaは、ブレーキ中十分速度が高いときは「1 (ON)」で★50

*圧指令Vpを入力し、これにより演算されるゲート信号は主回路を構成するスイッチング素子を動作させ、直流電源8からフィルタコンデンサ9を介して得られる直流電力を三相交流電力に変換し、その電力は誘導電動機3に供給される。停止速度検知器10は、ブレーキ指令フラグfbと基準回転速度信号Frを入力とし、ブレーキ投入中に基準回転速度信号Frがブレーキ時のトルク電流立ち下げ開始速度Fr0 (Hz)よりも大きいときにONする速度フラグfvを出力する。速度推定器11は、ブレーキ指令フラグfbと基準回転速度信号Frと励磁電流指令Idpとトルク電流パターンIqpを入力とし、ブレーキ投入中に基準回転速度信号Frがある設定値Frb (Hz)を下回ったとき、そのときの励磁電流指令Idpとトルク電流パターンIqpにより求められる減速度 β (Hz/s)を記憶し、次式により演算した推定回転速度信号Feを出力する。

※がOFFのとき)。ブレーキトルク立ち下げ信号Sbは、電気ブレーキ動作フラグfwを入力とし、リミット値 $1/t_d$ (1/s) (ここで、 t_d はトルク電流立ち下げ時間)を下限とした変化率リミット15の出力値である。ブレーキトルク立ち下げ信号Sbは、電気ブレーキ動作フラグfwがONからOFFに変化した時点でトルク電流指令Iqaを t_d (s)間でランプ立ち下げる。ここで、ブレーキ時のトルク電流立ち下げ開始速度Fr0 (Hz)およびトルク電流立ち下げ時間 t_d (s)は、乗り心地を確保し、かつ、確実に停止するように設定する。

【0007】図2は、本実施形態におけるブレーキ時の速度および各部信号の時間的関係を示す波形図である。時刻0においてブレーキ指令フラグfbは「1 (ON)」であり、ブレーキ投入中を示している。このとき、基準回転速度信号Frが十分高い間は、速度フラグfvと電気ブレーキ動作フラグfwは「1 (ON)」である。速度零で過大なショックなく完全に停止させるため、トルク電流指令Iqaは点線のパターン(1)のように時刻0でステップ的に立ち下げ、一定減速度で停止すると仮定した時刻 t_0 (s)よりも早く速度フラグfv (電気ブレーキ動作フラグfw)を立ち下げ、トルク電流指令Iqaが完全に立ち下がる時点で丁度基準回転速度信号Frがゼロとなるようにある変化率で徐々に立ち下げる(実線のパターン(2))。このとき、速度フラグfvを立ち下げるべき回転速度すなわちブレーキ時のトルク電流立ち下げ開始速度Fr0 (Hz)は次式で求められる。

$$(2)$$

★あり、基準回転速度信号Frがある速度Frb (Hz)を下回った時点の励磁電流指令Idp、トルク電流パターンより決まる減速度に走行抵抗・勾配等の影響を考慮した最大減速度で減速すると仮定した推定速度がFr0

(Hz)に達した時点で「0(OFF)」となる。すなわち、基準回転速度信号FrがFrb(Hz)を下回った時点から、最大減速度にて減速した場合に速度がFr0(Hz)を下回るまでは、電気ブレーキ許可フラグfaが出力され、停止検知は行わないため、停止間際の滑走により基準回転速度信号FrがFrb(Hz)を下回った場合に発生する停止検知動作を抑制することができる。なお、基準回転速度信号Frの点線(a)はFrb(Hz)から最大減速度で減速したときのFr信号であり、基準回転速度信号Frの点線(b)はトルク電流指令Iqaが点線のパターン(1)のときのFr信号(時刻t0でFrが0になる。)であり、基準回転速度信号Frの実線はトルク電流指令Iqaが点線のパターン(2)のときのFr信号(時刻t0+td/2でFrが0になる。)である。

【0008】図3は、本実施形態におけるブレーキ時の停止間際に滑走したときの速度および各部信号の時間的関係を示す波形図である。電気ブレーキ許可フラグfaは、ブレーキ中十分速度が高いときは「1(ON)」であり、基準回転速度信号Frがある速度Frb(Hz)を下回った時点の励磁電流指令Idp、トルク電流パターンIqpより決まる減速度に走行抵抗・勾配等の影響を考慮した最大減速度で減速すると仮定した推定速度がFr0(Hz)に達した時点で「0(OFF)」となる。図中の基準回転速度信号Frはある速度Frb(Hz)を下回った直後に滑走が発生した場合示している。このとき、滑走により基準回転速度信号FrがFr0(Hz)を下回ることによって速度フラグfvが「0(OFF)」となっても、電気ブレーキ許可フラグfaが「0(OFF)」となるまでは、両者の論理和である電気ブレーキ動作フラグfwは「0(OFF)」しない。従って、停止間際の滑走による停止検知動作を抑制することができ、停止検知精度を向上できる。

【0009】図4は、本発明の第2の実施形態を示すブロック図である。電流指令演算器1は、運転台2でブレーキ投入中にONするブレーキ指令フラグfbおよび基準回転速度信号Frを入力し、励磁電流指令Idpとトルク電流パターンIqpを生成する。ここで、基準回転速度信号Frは、1台あるいは複数台の誘導電動機3または図示しない1つあるいは複数の車輪軸に連動する回転速度検出器4から得られる回転速度信号Fpを速度演算器18において演算する。ベクトル制御演算器5は、基準回転速度信号Frと励磁電流指令Idpとトルク電流指令Iqaと電流検出器6a、6b、6cから得られる電動機電流検出値iu、iv、iwを入力し、インバータの出力電圧指令Vpを生成する。PWMインバータ7は、出力電圧指令Vpを入力し、これにより演算されるゲート信号は主回路を構成するスイッチング素子を動作させ、直流電源8からフィルタコンデンサ9を介して得られる直流電力を三相交流電力に変換し、その電力は

誘導電動機3に供給される。停止速度検知器10は、ブレーキ指令フラグfbと基準回転速度信号Frを入力とし、ブレーキ投入中に基準回転速度信号FrがFr0(Hz)よりも大きいときにONする速度フラグfvを出力する。滑走検知器16は、ブレーキ指令フラグfbと基準回転速度信号Frを入力とし、ブレーキ投入中に車輪軸が滑走継続中にONとなる滑走検知フラグfskを出力する。滑走検知方法一例として、滑走発生時は粘着走行時に比べ車輪軸の減速度が極端に低下することから、基準回転速度信号Frを微分した回転加速度信号がしきい値を下回っている間、滑走検知フラグfskを出力する方法がある。論理積回路17は、速度フラグfvと滑走検知フラグfskの論理積により、電気ブレーキ許可フラグfaを生成する。すなわち、滑走検知中は電気ブレーキ許可フラグfaが出力され、停止検知は行わないため、停止間際の滑走により基準回転速度信号FrがFrb(Hz)を下回った場合に発生する停止検知動作を抑制することができる。論理和回路14は、ブレーキ指令フラグfbの否定と電気ブレーキ許可フラグfaの論理和により電気ブレーキ動作フラグfwを生成する。すなわち、電気ブレーキ動作フラグfwは、力行・惰行時にはfbがOFFでONし、ブレーキ時にはfbがONで基準回転速度信号FrがFr0(Hz)よりも高いときにONし、ブレーキ中にfbがONで基準回転速度信号FrがFr0(Hz)以下となったときOFFする。ブレーキトルク立ち下げ信号Sbは、電気ブレーキ動作フラグfwを入力とし、リミット値-1/td(1/s)(ここで、tdはトルク電流立ち下げ時間)を下限とした変化率リミット15の出力値である。ブレーキトルク立ち下げ信号Sbは、電気ブレーキ動作フラグfwがONからOFFに変化した時点でトルク電流指令Iqaをtd(s)間でランプ立ち下げる。ここで、ブレーキ時のトルク電流立ち下げ開始速度Fr0(Hz)およびトルク電流立ち下げ時間td(s)は、乗り心地を確保し、かつ、確実に停止するように設定する。

【0010】図5は、本発明の第3の実施形態を示すブロック図である。電流指令演算器1は、運転台2でブレーキ投入中にONするブレーキ指令フラグfbおよび基準回転速度信号Frを入力し、励磁電流指令Idpとトルク電流パターンIqpを生成する。ここで、基準回転速度信号Frは、1台あるいは複数台の誘導電動機3または図示しない1つあるいは複数の車輪軸に連動する回転速度検出器4から得られる回転速度信号Fpを速度演算器18において演算する。ベクトル制御演算器5は、基準回転速度信号Frと励磁電流指令Idpとトルク電流指令Iqaと電流検出器6a、6b、6cから得られる電動機電流検出値iu、iv、iwを入力し、インバータの出力電圧指令Vpを生成する。PWMインバータ7は、出力電圧指令Vpを入力し、これにより演算されるゲート信号は主回路を構成するスイッチング素子を動

作させ、直流電源8からフィルタコンデンサ9を介して得られる直流電力を三相交流電力に変換し、その電力は誘導電動機3に供給される。停止速度検知器10は、ブレーキ指令フラグfbと基準回転速度信号Frを入力とし、ブレーキ投入中に基準回転速度信号FrがFr0 (Hz) よりも大きいときにONする速度フラグfvを出力する。滑走検知器16は、ブレーキ指令フラグfbと基準回転速度信号Frを入力とし、ブレーキ投入中に車輪軸が滑走継続中にONとなる滑走検知フラグfskを出力する。滑走検知方法一例として、滑走発生時は粘着走行時に比べ車輪軸の減速度が極端に低下することから、基準回転速度信号Frを微分した回転加速度信号がしきい値を下回っている間、滑走検知フラグfskを出力する方法がある。論理積回路17は、速度フラグfvと滑走検知フラグfskの論理積より、電気ブレーキ許可フラグ(1)faaを生成する。すなわち、滑走検知中は電気ブレーキ許可フラグ(1)faaが出力され、停止検知は行わない。そのため、停止間際の滑走により基準回転速度信号FrがFrb (Hz) を下回った場合に発生する停止検知動作を抑制することができる。速度推定器11は、ブレーキ指令フラグfbと基準回転速度信号Frと励磁電流指令Idpとトルク電流パターンIqpを入力とし、ブレーキ投入中に基準回転速度信号Frがある設定値Frb (Hz) を下回ったとき、そのときの励磁電流指令Idpとトルク電流パターンIqpにより求められる減速度 β (Hz/s) を記憶し、数式(1)により演算した推定回転速度信号Feを出力する。すなわち、推定回転速度信号Feは、想定される最大減速度で減速した場合の推定回転速度である。比較器12は、推定回転速度信号Feを入力とし、推定回転速度信号FeがFr0 (Hz) よりも大きいときにONする停止検知不可フラグfdを出力する。論理和回路13は、電気ブレーキ許可フラグ(1)faaと停止検知不可フラグfdの論理和から電気ブレーキ許可フラグ(2)fabを出力する。すなわち、基準回転速度信号FrがFrb (Hz) を下回った時点から、最大減速度にて減速した場合に速度がFr0 (Hz) を下回るまでは、電気ブレーキ許可フラグ(2)fabが出力され、停止検知は行わない。そのため、停止間際の滑走により基準回転速度信号FrがFrb (Hz) を下回った場合に発生する停止検知動作を抑制することができる。論理和回路14は、ブレーキ指令フラグfbの否定と電気ブレーキ許可フラグ(2)fabの論理和により電気ブレーキ動作フラグfwを生成する。すなわち、電気ブレー

キ動作フラグfwは、力行・惰行時にはfbがOFFでONし、ブレーキ時にはfbがONで基準回転速度信号Frまたは推定回転速度信号FeがFr0 (Hz) よりも高いときにONし、ブレーキ中にfbがONで基準回転速度信号Frおよび推定回転速度信号FeがFr0 (Hz) 以下となったときOFFする(停止検知不可フラグfdおよび電気ブレーキ許可フラグ(1)faaがOFFのとき)。ブレーキトルク立ち下げ信号Sbは、電気ブレーキ動作フラグfwを入力とし、リミット値 $1/t_d$ (1/s) (ここで、 t_d はトルク電流立ち下げ時間)を下限とした変化率リミット15の出力値である。ブレーキトルク立ち下げ信号Sbは、電気ブレーキ動作フラグfwがONからOFFに変化した時点でトルク電流指令Iqaを t_d (s) 間でランプ立ち下げる。ここで、ブレーキ時のトルク電流立ち下げ開始速度Fr0 (Hz) およびトルク電流立ち下げ時間 t_d (s) は、乗り心地を確保し、かつ、確実に停止するように設定する。

【0011】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ブレーキ投入中ある速度以下で滑走が発生している期間または滑走が発生し得る期間は、電気ブレーキ解除を行わないため、停止間際に発生した車輪軸の滑走でモータ回転数が急減しても、電気ブレーキの解除を抑制することができ、停止まで電気ブレーキを最大限利用すると同時に、安定した電気ブレーキ制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の電気車の制御装置の第1実施形態を示すブロック図

【図2】本発明のブレーキ時の速度および各部信号の時間的関係を示す波形図

【図3】本発明のブレーキ時の停止間際に滑走したときの速度および各部信号の時間的関係を示す波形図

【図4】本発明の第2実施形態を示すブロック図

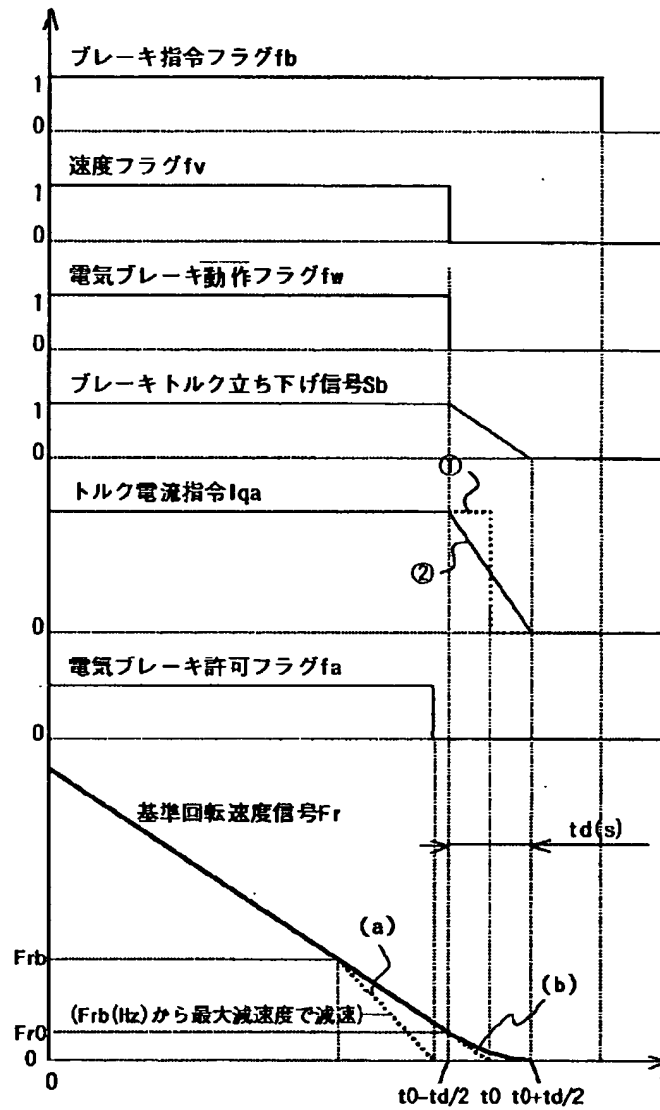
【図5】本発明の第3実施形態を示すブロック図

【符号の説明】

1: 電流指令演算器、2: 運転台、3: 誘導電動機、4: 回転速度検出器、5: ベクトル制御演算器、6: 電流検出器、7: PWMインバータ、8: 直流電源、9: フィルタコンデンサ、10: 停止速度検知器、11: 速度推定器、12: 比較器、13: 論理和回路、14: 論理和回路、15: 変化率リミット、16: 滑走検知器、17: 論理積回路、18: 速度演算器

【図2】

【図2】



【図3】

【図3】

